

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

LOGO ORGANIZACIONE JEDINICE

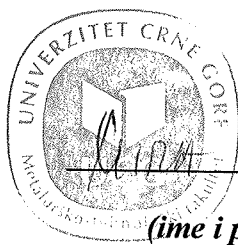
Broj: 231

PODOBORIEN 4.02.2020.

(sjedište organizacione jedinice / grad i datum)

CENTRU ZA STUDIJE I KONTROLU KVALITETA ODBORU ZA MONITORING MAGISTARSKIH STUDIJA

Propratni dopis organizacione jedinice (obrazloženje predmeta koji se dostavlja), uz SAGLASNOST KOMISIJE ZA POSTDIPLOMSKE STUDIJE (propisano članom 24 Pravila studiranja na postdiplomskim studijama).



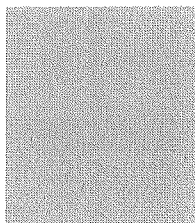
[Signature]
(ime i prezime ovlašćenog lica, potpis, pečat)

PRIJAVA TEME MAGISTARSKOG RADA (popunjava magistrand u saradnji sa mentorom)		Studijska godina 2019/20
OPŠTI PODACI MAGISTRANDA		
Ime i prezime:	Sladjana Goranović	
Studijski program:	Hemijska tehnologija	
Godina upisa magistarskih studija:	2019.	

LIČNE INFORMACIJE

SLADJANA GORANOVIĆ

[Sva su polja u CV-u izborna. Izbrišite sva prazna polja.]



Krstac bb, Nikšić, 81400, Crna Gora



068 268 838 069 998 012



Unesite e-mail adresu **sladjana.goranovic55@gmail.com**



Unesite ličnu internet stranicu



Unesite vrstu usluge za slanje istovremenih poruka

Pol	Datum rođenja	Državljanstvo
ž	03/12/1996	Crnogorsko

Unesite radno mjesto na koje se prijavljujete / zvanje / željeno radno mjesto / studijski program na koji se prijavljujete / lični profil (izbrišite nepotrebna polja u lijevom uglu)

RADNO MJESTO NA KOJE SE
PRIJAVLJUJETE
ZVANJE
ŽELJENO RADNO MJESTO
STUDIJSKI PROGRAM NA KOJI
SE PRIJAVLJUJETE
LIČNI PROFIL

RADNO ISKUSTVO

[Započnite s najnovijim.]

Upišite datume (od - do) Upišite naziv radnog mjesta na kojem radite

Industrija piva i sokova „Trebjesa“ d.o.o. Nikšić

PRIPRAVNIK

Djelatnost ili sektor **SEKTOR KONTROLE KVALITETA**

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

[Svaki obrazovni program upišite posebno. Započnite s najnovijim.]

Upišite datume (od - do) Upišite dodijeljene kvalifikacije

Zamijenite nivoom
CKO-a ako je
primjenjivo

Specijalista hemijske tehnologije

Unesite naziv i mjesto ustanove za obrazovanje ili osposobljavanje (ako je važno, navedite državu)

Metalurško-tehnološki fakultet

▪ Unesite glavne predmeta koje ste odslušali ili stečene vještine

LIČNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

[Izbrišite sva prazna polja.]

Maternji jezik

Navedite maternji jezik/jezike

crnogorski

Ostali jezici

RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
Unesite nivo A2	Unesite nivo A2	Unesite nivo A2	Unesite nivo A2	Unesite nivo A1/2

Engleski jezik

Zamijenite nazivom izdate potvrde i nivo ako je primjenjivo.

Nivoi: A1/2: Elementarna upotreba jezika - B1/B2: Samostalna upotreba jezika- C1/C2 Kompetentna upotreba jezika

Komunikacione vještine

Komunikativna

Organizacione / rukovodeće vještine

Spremna za saradnju u timu i izlaganje svojih ideja.

Poslovne vještine

Digitalna kompetencija

SAMOPROCJENA				
Obrada informacija	Komunikacija	Stvaranje sadržaja	Sigurnost	Rješavanje problema
samostalna	samostalna	samostalna	samostalna	samostalna

Nivoi: Elementarna upotreba - Samostalna upotreba - Kompetentna upotreba

Zamijenite nazivom potvrde o informatičkoj kompetenciji.

Upišite ostale računarske vještine. Navedite u kojemu su kontekstu stečene. Primjer:

Dobro upravljanje Microsoftovim programima.
Dobro snalaženje u Excelu, Wordu i Powerpointu.
Dobro snalaženje u AutoCAD-u

Ostale vještine i kompetencije

Upišite ostale važne vještine i kompetencije koje nijesu prethodno navedene. Navedite u kojem su kontekstu stečene.

Vozačka dozvola Upišite kategoriju/e vozačke dozvole.

B kategorija

DODATNE INFORMACIJE

Izbrišite nepotrebna polja u lijevom uglu.

Izdanja

Prezentacije

Projekti

Konferencije

Seminari

Priznanja i nagrade

Članstva

Preporuke

Citati

Časovi

Certifikati

PRILOZI

Unesite dokumenta priložena Vašem CV-u. Primjeri:

- prepiske svjedočanstva / diploma / kvalifikacija
- potvrde o zaposlenju ili radnom mjestu
- izdanja ili istraživanja

Naslov rada <i>Tema mora biti aktuelna, nova, naslov treba precizno da odražava cilj i predmet istraživanja.</i>	Ispitivanje mehanizma i kinetike sorpcije teških metala na geopolimernim materijalima
I UVOD	
U uvodnom dijelu dati obrazloženje naziva rada (≤ 1200 karaktera) <i>Argumentovanim naučnim stilom obrazložiti aktuelnost i primjerenost predložene teme.</i>	Otpadne vode iz različitih industrija sadrže hemijske agense, poput teških metala i organskih zagadjivača. Teški metali mogu se ukloniti iz otpadnih voda primjenom velikog broja tehnika, uključujući hemijsku koagulaciju, jonsku izmjenu, ekstrakciju hemijskim rastvaračima, reversnu osmozu i ultrafiltraciju. Međutim, ove metode su izuzetno skupe i nedovoljno efikasne kada su teški metali prisutni u malim koncentracijama. Adsorpcija se, usljed jednostavne tehnologije i potrebne opreme, kao i visoke selektivnosti potencijalnih sorbenata, pokazala kao pogodna metoda za uklanjanje i jako malih koncentracija teških metala iz kontaminiranih voda. Materijali nazvani geopolimerima, koji nastaju alkalnom aktivacijom alumosilikatnih sirovina, a po strukturi su slični zeolitima, su se pokazali kao potencijalno dobri adsorbensi teških metala iz otpadnih voda. Preliminarna istraživanja na tu temu pokazuju osnovanost njihovog adsorpcionog potencijala. Glavne prednosti geopolimera u poredjenju sa sintetskim zeolitima su blaži uslovi sinteze i jednostavnija priprema, niska cijena, fleksibilnost i dugotrajnost.
Predmet istraživanja (≤ 1200 karaktera) <i>Koncizno obrazložiti predmet istraživanja.</i>	Geopolimeri, materijali koji se još nazivaju „alkalno-aktiviranim cementima“, dobijaju se iz prirodnih alumosilikatnih sirovina, kao i industrijskih otpada bogatih silikatima (crvenog mulja, elektrofilterskog pepela, različitih vrsta troske). Zbog svojih dobrih mehaničkih osobina (pritisne čvrstoće), mikro i nano poroznosti, otpornosti na koroziju i postojanosti pri dejstvu agresivnih sredina, veoma su atraktivni za upotrebu u mnogim granama industrije. Sve više nalaze primjenu kao građevinski i ekološki prihvatljivi materijali, budući da je proces njihove izrade energetski efikasan i praćen odsustvom emisija gasova sa efektom staklene bašte. Uz to, velika razvijena površina, visoka temperaturna stabilnost i otpor na termički šok čini ove materijale pogodnim sorbentima teških metala iz otpadnih voda. Istraživanja u ovom radu će biti usmjerena u tri pravca: - sinteza i karakterizacija geopolimernih materijala na bazi crvenog mulja i elektrofilterskog pepela, - ispitivanje uticaja različitih parametara (pH, kontaktno vrijeme, početna koncentracija teških metala i količina sorbenta) na mehanizam sorpcije - definisanje vrste sorpcionog procesa, izoterme i kinetičkog modela koji najbolje opisuju date procese.

--	--

Motiv i cilj istraživanja

(≤ 4000 karaktera)

Jasno i nedvosmisleno definisati razloge, svrhu i glavne ciljeve u procesu istraživanja.

Svrha ovog istraživanja je dobijanje pogodnog sorbenta teških metala iz vodenih rastvora tj. geopolimera sintetisanog korišćenjem prekursora na bazi industrijskih otpada: crvenog mulja iz KAP-a i elektrofilterskog pepela iz Termoelektrane Pljevlja, postupkom alkalne aktivacije. Karakterizacija dobijenih geopolimernih materijala u pogledu njihovog mineraloškog sastava, strukture i mehaničkih osobina, a posebno definisanje mezo i mikro poroznosti, kao i specifične površine neophodne za efikasnu adsorpciju, je jedan od ciljeva ovog istraživanja.

Na proces sorpcije utiče veliki broj parametara: pH vrijednost, vrijeme kontakta sorbenta i rastvora jona teškog metala, inicijalna koncentracija jona i količina sorbenta, tako da je definisanje optimalnih vrijednosti ovih parametara još jedan cilj ovih ispitivanja. Od ovih parametara zavisi i sorpciona kinetika, u okviru koje će se ustanoviti red reakcije i najpogodniji kinetički model.

Analiziraće se i sorpcione izoterme, u cilju pronalaženja one koja najbolje opisuje proces sorpcije različitih teških metala, a dobijeni rezultati koristiće se za određivanje ključnih termodinamičkih parametara procesa sorpcije. Dobijeni rezultati efikasnosti sorpcije će se iskoristiti za definisanje i upoređivanje maksimalnog sorpcionog kapaciteta sorbenta i kapaciteta sorpcije za različite metale.

II PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA IZ NAVEDENE OBLASTI

Pregled dosadašnjih istraživanja

(pozvati se na najmanje 10 primarnih referenci na kojima se istraživanje bazira, od toga minimum 5 iz posljednjih 10 godina $\leq$ 6000 karaktera)

Pregled dosadašnjih istraživanja je narativan. Prikazati stanje u oblasti nauke u vezi sa predmetom istraživanja.

Poznato je da se geopolimeri ponašaju slično zeolitima, koji su poznati po svojstvu inkapsulacije toksičnih jona. Oni imaju trodimenzionalnu strukturu SiO_4 i AlO_4 tetraedara sličnu zeolitima, ali imaju dominantno amorfnu strukturu. Pored toga, sintetišu se na nižim temperaturama^{1,2}. Pokazuju dobru pritisnu čvrstoću, termostabilnost, otpornost na dejstvo kiselina i na mraz, kao i na koroziju. Geopolimeri djeluju kao vezivo za pretvaranje polučvrstog otpada u ljepljivu čvrstu supstancu i imobiliziraju opasni otpad koji sadrži elemente poput bakra, kadmijuma, arsena, žive i olova zaključavanjem u trodimenzionalnoj mreži. Smatra se da su jonska veličina i valentnost specifičnih jona dva glavna faktora koja utiču na njihovu ugradnju u geopolimernu matricu.

Na osnovu do sada pregledane literature može se zaključiti da su geopolimeri sintetisani iz različitih prirodnih i otpadnih materijala korišćeni za ispitivanje adsorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora. Wang i saradnici³ su za uklanjanje Cu^{2+} jona iz vodenog rastvora koristili geopolimer na bazi letećeg pepela. Kapacitet adsorpcije je iznosio je 92 mg / g, što je znatno veća vrijednost od one za letećeg pepeo i prirodni zeolit kao adsorbent.

Na adsorpciju metalnih jona na geopolimerima utiče prvenstveno njegova trodimenzionalna amorfnost struktura i zapremina pora, usljed kojih joni mogu difundovati kroz strukturu ili se ne uspijevaju kretati kroz pore. To dovodi do tzv. efekta prosijavanja metalnih jona ili dostupnosti specifičnih mjesta razmjene jona u geopolimeru. Većina istraživača je otkrila da geopolimeri pokazuju različitu selektivnost za različite jone metala. Tako, geopolimer na bazi metakaolina⁴⁻⁶ pokazuje porast efikasnosti adsorpcije jona teških metala po sljedećem redosljedu: $\text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$, a geopolimer na bazi zeolita⁷ u nizu: $\text{Ni}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Pb}^{2+}$.

F. M. Maingi i dr.⁸ su koristili geopolimere na bazi gline i otpada od rižine ljuske kao odlične adsorbente Pb^{2+} jona. Lopez Guzman i Francisco Javier⁹ su u svojoj studiji pokazali da odnos Si/Al pri sintezi geopolimera na bazi metakaolina i geopolimera na bazi kombinacije metakaolina i pepela rižine ljuske kao otpadnog materijala, kao i dobijena poroznost utiču bitno na mogućnost vezivanja Pb^{2+} i Cs^+ jona teških metala na odredjenim mjestima u strukturnoj mreži geopolimera.

Uticaj različitih parametara (pH vrijednosti, vremena kontakta, doze sorbenta, početne koncentracije jona teškog metala) na mehanizam adsorpcije, termodinamiku i kinetiku adsorpcionog procesa na različitim geopolimernim materijalima izučavali su mnogi autori. Najveći broj radova se odnosi na geopolimere na bazi metakaolina. T.W. Cheng i saradnici¹⁰ su ispitali adsorpciju različitih teških metala (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} i Cd^{2+}) iz vodenih rastvora na geopolimeru na bazi metakaolina, pri čemu su optimalnu adsorpciju ustanovili za Pb^{2+} jone, eksperimentalni rezultati odgovaraju kinetičkom modelu

pseudo-drugog reda i Lengmirovoj jednačini. Reakciju prvog reda i adsorpcioni proces opisan Lengmirovom izotermom pri uklanjanju toksičnih Sr^{2+} , Co^{2+} i Cs^{+} jona na geopolimeru dobijenom iz metakaolina ustanovili su Yi-Lan Chen i saradnici¹¹. pH je vrlo važan kontrolni parametar u procesima adsorpcije i izmjene jona, jer utiče na naelektrisanje površine adsorbenta. U kiselom rastvoru površina je snažno protonizovana i zato pozitivno naelektrisana. U neutralnoj sredini protoni se uklanjaju s površine i ona postaje negativno naelektrisana privlačeći pozitivno naelektrisane jone. Yuanyuan Ge i saradnici¹² su detaljno su istražili uticaj pH, doziranje geopolimera na bazi metakaolina u obliku poroznih geopolimernih sfera, kontaktno vrijeme i početnu koncentraciju Cu^{2+} na adsorpcioni kapacitet. Maksimalni adsorpcioni kapacitet izračunat iz Lengmirovog izoternog modela iznosio je 52,63 mg /g i adsorpcija je objašnjena kinetičkim modelom pseudo drugog reda. Najbolja efikasnost adsorpcije Cd^{2+} jona postignuta je na geopolimeru na bazi metakaolina dobijenom korišćenjem 6 mol dm^{-3} NaOH (84,1%) pri $\text{pH} > 6$ u eksperimentalnim uslovima: sobna temperatura, vrijeme kontakta 60 min, doza adsorbenta 1 g / dm^3 .¹³ Veća efikasnost adsorpcije olovnih jona (97,5%) na geopolimeru na bazi metakaolina je dobijena pri $\text{pH}=4$ u poredjenju sa onom na metakaolinu kao adsorbentu (92%) pri $\text{pH}=5,5$.¹⁴ BET analiza u ovom radu je pokazala da uzorak geopolimera ima mikro- i mezoporoznost, dok metakaolin ima samo mezopore. Kinetika adsorpcije može se predstaviti jednačinom pseudo drugog reda, a eksperimentalni rezultati adsorpcije olovnih jona najbolje odgovaraju Frojndlihoj adsorpcionoj izotermi za oba ispitivana adsorbenta.

Adsorpcioni kapacitet Cu^{2+} jona na geopolimerima na bazi letećeg pepela je takodje bio predmet istraživanja^{15,16}. Adsorpcioni kapacitet Cu^{2+} jona na letećem pepelu aktiviranom sa NaOH je veći (30,21 mg/g) u poredjenju sa onim na letećem pepelu aktiviranom sa KOH (16,89 mg/g). Adsorpcija Cu^{2+} jona na ovom adsorbentu slijedi kinetiku brzine pseudo drugog reda, adsorpcioni mehanizam je fizički proces zbog elektrostatičke interakcije između jona Cu^{2+} i adsorbenta¹⁵.

U eksperimentima ispitivanja adsorpcije Cd^{2+} jona iz vodenog rastvora korišćen je geopolimer na bazi zeolita¹⁷ sintetisan iz ugljeničnog letećeg pepela, koji je specifičnom reakcijom u čvrstom stanju uz NaOH kao alkalni aktivator preveden u amorfno stanje. Optimalni uslovi sorpcije su: doza adsorbenta 0,08 g s vremenom kontakta 7h i $\text{pH}=5$. Prikupljeni kinetički podaci pokazali su da jednačine pseudo drugog reda najbolje opisuju proces adsorpcije, kao i Lengmirova adsorpciona izoterma u odnosu na Frojndlihovu, D-R i Tempkin-ovu izotermu.

Kamel All-Zboon i drugi¹⁸ u svojim ispitivanjima su postigli bolju efikasnost uklanjanja Cr^{3+} jona iz vodenih rastvora na geopolimeru sintetisanom iz vulkanskog tufa (96%) u odnosu na čisti vulkanski tuf (70%). Efikasnost uklanjanja povećavala se sa porastom pH do 5, doziranjem geopolimera, kontaktnim

vremenom do trideset minuta, temperaturom i sa smanjenjem početne koncentracije Cr^{3+} jona. Postupak sorpcije je endoterman, monoslojni, fizički i opisan najbolje Lengmirovom adsorpcionom izotermom i kinetičkim modelom II reda.

Pregledom novije literature je ustanovljeno da je adsorpcija jona teških metala na geopolimernim materijalima veoma aktuelna i još nedovoljno istražena, posebno na onim materijalima sintetisanim samo na bazi otpadnih materijala iz industrije (crveni mulj, elektrofilterski pepeo, različite vrste troski itd.) što je predmet ovih istraživanja.

III HIPOTEZA/ISTRAŽIVAČKO PITANJE

Hipoteza/e istraživanja i/ili istraživačko/a pitanje/a sa obrazloženjem

(≤ 2400 karaktera)

Jasno definisati hipotezu/e i/ili istraživačka pitanja. Hipoteza treba da sadrži ključne riječi iz naslova, odnosno predmeta istraživanja.

Prvi dio ovih istraživanja će biti usmjeren na sintetisanje geopolimernog materijala na bazi mješavine crvenog mulja i elektrofilterskog pepela, koji predstavljaju otpadni materijal pri proizvodnji glinice i uglja, kao i na karakterizaciju strukture, mehaničkih osobina i poroznosti dobijenog materijala. Očekuje se dobijanje materijala dobrih mehaničkih karakteristika i velike specifične površine neophodne za njegovo korišćenje kao sorbenta jona teških metala. Adsorpcija je pogodna metoda za uklanjanje ovih jona, čak i ako su prisutni u veoma niskim koncentracijama. U tom smislu je moguće dobiti sorbent velike razvijene površine sa dovoljno mjesta dostupnih za sorpciju, sa prisutnim mikro i mezo porama, čija će se poroznost odrediti BET metodom. Mezopore su karakteristične pore između geopolimernih faza, dok mikropore postoje u geopolimernoj strukturnoj mreži.

Drugi, i obimniji dio ispitivanja, je optimizacija uslova sorpcionog procesa (pH vrijednosti i početne koncentracije rastvora jona teških metala, doza sorbenta i vrijeme kontakta sorbenta i rastvora) u cilju postizanja što veće efikasnosti uklanjanja ispitivanih jona na sintetisanom geopolimeru.

Treći pravac istraživanja će biti usmjeren na definisanje vrste sorpcionog procesa kroz uspostavljanje najpogodnije sorpcione izoterme i kinetičkog modela.

IV METODE

Naučne metode koje će biti primijenjene u istraživanju

(≤ 3000 karaktera)

Detaljno navesti i obrazložiti koje će se metode koristiti kako bi se testirale hipoteza/e i/ili istraživačka pitanja.

U cilju karakterizacije polaznih sirovina i karakterizacije sintetisanog geopolimera će se koristiti različite metode kao što su:

-XRD analiza u cilju detektovanja različitih mineralnih faza u crvenom mulju i elektrofilterskom pepelu kao prekursorima za sintezu geopolimera, kao i za identifikaciju kristalnih i amorfni faza u sintetisanom geopolimeru.

-FTIR spektroskopija za dodatnu karakterizaciju prekursora i sintetisanog geopolimera

-SEM i EDS analiza za detekciju masenog procenta odgovarajućih oksida i elemenata prisutnih u polaznim sirovinama i geopolimeru, kao i za analizu mikrostrukture korišćenog sorbenta.

-određjivanje čvrstoće na pritisak dobijenog sorbenta

-BET metoda za određjivanje poroznosti i specifične površine sorbenta

U cilju mjerenja koncentracije jona teških metala u filtratu nakon adsorpcije korišće se metoda atomske apsorpcione spektroskopije (AAS).

V OČEKIVANI REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NAUČNI DOPRINOS

Očekivani rezultati istraživanja, primjena i naučni doprinos

(≤ 3000 karaktera)

Koncizno navesti važnije očekivane rezultate. Ukazati na eventualnu praktičnu primjenu rezultata istraživanja. Sažeto navesti očekivani doprinos rada u odnosu na postojeća istraživanja.

Dobijeni geopolimerni materijal će omogućiti s jedne strane valorizaciju tj. korišćenje značajnog industrijskog otpada (crvenog mulja i elektrofilterskog pepela) za njegovu sintezu na relativno jednostavan, jeftin i ekološki prihvatljiv način. S druge strane, osim kao građevinski materijal, ovaj geopolimer će se moći koristiti za sorpciju jona teških metala koji su ozbiljan problem u otpadnim vodama različitih industrija. Na taj način se postižu višestruki pozitivni efekti sa stanovišta zaštite životne sredine. Postojeća istraživanja i literaturni podaci pokazuju korišćenje uglavnom prirodnih izvora aluminosilikata (metakaolina, glina, prirodnog diatomita, vulkanskog tufa) i jedne vrste otpadnog materijala (najviše leteći pepeo) kao sirovina za sintezu geopolimera kao pogodnog sorbenta jona teških metala iz vodenih rastvora.

Definisanje optimalnih uslova adsorpcije (pH vrijednost, kontaktno vrijeme, doza sorbenta i početna koncentracija jona teških metala) omogućiće izračunavanje efikasnosti uklanjanja, maksimalnog i ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i vremena za postizanje ravnoteže sorpcije za svaki ispitivani jon metala. Ovi eksperimentalni podaci su neophodni da se ustanovi način vezivanja ovih jona za površinu geopolimera tj. vrsta adsorpcije (fizička, hemijska ili mješovita), potom da se između više vrsta adsorpcionih izoterma odabere ona koja najbolje opisuje date procese i odredi najpogodniji kinetički model adsorpcije za svaki od ispitivanih jona.

Moguće je i definisati selektivnost odabranog geopolimernog materijala za sorpciju različitih jona teških metala. Istraživački rezultati treba da potvrde stvarni sorpcioni kapacitet geopolimernih materijala i otvore put ka njihovoj praktičnoj primjeni u prečišćavanju otpadnih voda

VI DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Ograničenja i dalji pravci u istraživanju

(≤ 1800 karaktera) Diskusija o mogućim prijedlozima za buduća istraživanja u ovoj oblasti i njihovoj opravdanosti (putem rezultata istraživanja ili literature). Identifikovati i opisati potencijalna ograničenja istraživanja. Rezultate i doprinose istraživanja je potrebno razmotriti u svjetlu ograničenja – npr. teorijski i konceptualni problemi, problemi metodoloških ograničenja, nemogućnost odgovora na istraživačka pitanja i tome slično.

Procedura sinteze nove klase aluminosilikatnih materijala-geopolimera je izuzetno kompleksna. Mijenjanjem nekoliko parametara procesa (koncentracija alkalnog aktivatora i molarni odnos Si/Na i Si/Al, odnos tečno/čvrsto ili dodatih aditiva), moguće je dobiti različite/željene osobine sintetisanog polimernog materijala (struktura i poroznost), koje bitno utiču na imobilizaciju jona teških metala, pa je to jedan od mogućih pravaca budućih istraživanja, ali i izvor potencijalnih ograničenja, jer niz relevantnih parametara u korelaciji utiče na efekte sinteze geopolimera, a time i na uspješnost njihove praktične primjene u industrijske ili poluindustrijske svrhe. Krajnji cilj i jeste dobijanje upotrebljivog proizvoda, ali uslovi sinteze, još uvijek, nedovoljno ispitani, mogu biti ograničavajući faktor.

Ispitivanje uticaja još nekih procesnih parametara, kao što su veličina čestica sorbenta, brzina miješanja i temperatura na termodinamiku i kinetiku sorpcije je drugi aspekt daljih istraživanja.

	Još jedan mogući pravac budućih istraživanja je ispitivanje procesa desorpcije jona teških metala sa geopolimernog sorbenta u cilju regeneracije i ponovnog korišćenja prečišćenog geopolimera za readsorpciju u istim eksperimentalnim uslovima. Literaturni podaci^{11,12,17} ukazuju da se u testovima desorpcije mogu koristiti postupci sa vodom, bazama ili kiselinama, pri čemu se joni teških metala jednostavno, lako i efikasno uklanjaju iz strukture geopolimera. Jako kiseli uslovi desorpcije mogu oštetiti strukturu geopolimera, što je izvjesno ograničenje u ovim testovima, pa tome treba posvetiti posebnu pažnju. Osim navedenog, desorpcioni testovi mogu dati dodatna objašnjenja o mehanizmu i vrsti adsorpcije.
VII STRUKTURA RADA	
Struktura rada po poglavljima: <i>Voditi računa da naslovi poglavlja budu problemski formulisani. Dati opis sadržaja rada po poglavljima.</i>	Struktura rada se sastoji od sljedećih cjelina: - Uvoda sa opisom značaja sorpcionih procesa na geopolimernim materijalima - Teorijskog dijela u kojem će se obradljivati mehanizam geopolimerizacije, način sintetisanja geopolimera sa aspekta polazne sirovinske mješavine i njenog sastava, mogućnost kontrolisanja osobina geopolimera promjenom uslova sinteze, mehanizam procesa modifikacije mikrostrukture, karakteristike jona teških metala, sorpcioni procesi (vrste, parametri koji utiču na njih), adsorpcione izoterme i kinetički modeli koji se mogu koristiti za opisivanje sorpcionih procesa. - Eksperimentalnog dijela sa opisom pripreme sirovina, aktivatora, tečne i čvrste faze, sinteze geopolimera na bazi crvenog mulja i elektrofilterskog pepela, karakterizacijom polaznih materijala i karakterizacijom gotovih geopolimera. U okviru karakterizacije geopolimera elaboriraće se rezultati XRD, FTIR, SEM/EDS analize, BET analize, čvrstoće na pritisak, mikro i mezo poroznosti i dobijene specifične površine sorbenta U cilju mjerenja koncentracije jona teških metala u filtratu nakon adsorpcije metodom atomske apsorpcione spektroskopije (AAS) biće opisani način pripreme i vrste rastvora jona teških metala. - Diskusije rezultata koja će obuhvatiti grafičke prikaze uticaja svih parametara (pH vrijednost, kontaktno vrijeme, doza sorbenta i početna koncentracija jona teških metala) na sorpcione procese, proračune efikasnosti uklanjanja, maksimalnog i ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i vremena za postizanje ravnoteže sorpcije za svaki ispitivani jon metala i grafičke prikaze adsorpcionih izoterma i kinetičkih modela u cilju definisanja one izoterme i modela koja najbolje opisuje ispitivane sorpcione procese i njihovu kinetiku. Dobijeni rezultati će biti upoređeni sa već dostupnim u literaturi.

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Zaključka koji će definisati optimalne uslove sorpcionih procesa i njihovo poredjenje, vrstu sorpcionog procesa, sorpcionu izotermu i kinetički model za svaki ispitivani jon teškog metala, kao i selektivnost sorpcije različitih jona na dobijenom sorbentu. Uz to, biće predloženi mogući pravci daljih istraživanja u ovoj oblasti. - Literature sa navodima najnovije literature izdate na ovu temu. Planira se pregled oko 130 referenci |
|--|--|

VIII LITERATURA

1. Buchwald A., Zellmann H.D. and Kaps Ch., Condensation of Aluminosilicate Gels-Model System for Geopolymer Binders. *Journal of Non-Crystalline Solids*, **2011**, 357, 1376-1382.
2. Komnitsas K. and Zaharaki D., Geopolymerisation: A Review and Prospects for the Minerals Industry. *Minerals Engineering*, **2007**, 20, 1261-1277.
3. Wang S., Li L., Zhu Z.H., Solid-state conversion of fly ash to effective adsorbents for Cu removal from wastewater, *J. Hazard. Mater.* **2007**, 139(2), 254–259.
4. Cheng T.W., Lee M.L., Ko M.S., Ueng T.H., Yang S.F., The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer, *Appl. Clay Sci.* **2012**, 56, 90–96.
5. López F.J., Sugita S., Takaomi K. Cesium-adsorbent Geopolymer Foams Based on Silica from Rice Husk and Metakaolin, *Chem. Lett.* **2014**, 43(1), 128–130.
6. Francisco J. López, Satoshi Sugita, Motohiro Tagaya, Takaomi Kobayashi, Metakaolin-Based Geopolymers for Targeted Adsorbents to Heavy Metal Ion Separation, *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, **2014**, 2, 16-27
7. El-Eswed B., Alshaaer M., Ibrahim Y.R., Hamadne I., Khalili F., Adsorption of Cu(II), Ni(II), Zn(II), Cd(II) and Pb(II) onto Kaolin/Zeolite Based- Geopolymers, *Adv. Mater. Phys. Chem.* **2012**, 02(04), 119–125.
8. F. M. Maingi, M. M. Ng'ang'a, H. Mwangi, H. M. Mbuvi and A. Abdulhameed, Thermodynamic, Kinetic and Equilibrium Studies of Pb (II) Ions Adsorption Using Ordinary Clay/Rice Husk Ash Based Geopolymers, *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, **2018**, 11(8), 46-54
9. Lopez Guzman and Francisco Javier, Study of Geopolymer Adsorbents Prepared from Metakaolin and Rice Husk Silica for Targeting to Heavy Metal Capture, *Energy and Environment Science Nagaoka University of Technology*, Nagaoka, Japan, July **2014**
10. T.W. Cheng , M.L. Lee , M.S. Ko , T.H. Ueng , S.F. Yang , The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer, *Applied Clay Science*, **2012**, 56, 90–96
11. Tong, Rong-Wei Pan, Jie Tang, The Research on Adsorption Behaviors and Mechanisms of Geopolymers on Sr^{2+} , Co^{2+} and Cs^{+} , *Advanced Materials Research Online*, **2013**, 704, 313-318.
12. Yuanyuan Ge, Xuemin Cui, Yan Kong, Zhili Li, Yan He, Qianqian Zhou, Porous geopolymeric spheres for removal of Cu(II) from aqueous solution: Synthesis and evaluation *Journal of Hazardous Materials*, **2015**, 283, 244–251
13. Nataša Mladenović, Ljiljana Kljajević, Snežana Nenadović, Marija Ivanović, Bojan Čalić, Jelena Gulicovski, Katarina Trivunac, The Applications of New Inorganic Polymer for Adsorption Cadmium from Waste Water, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, **2020**, 30, 554–563
14. Katarina Trivunac, Ljiljana M. Kljajević, Snežana Nenadović, Jelena Gulicovski, Miljana Mirković, Biljana Babić, Slavica Stevanović, Microstructural Characterization and Adsorption Properties of Alkali-Activated Materials Based on Metakaolin, *Science of Sintering*, **2016**, 48, 209-220
15. Lita Darmayanti, Suprihanto Notodarmodjo, Enri Damanhuri, and Rino R Mukti, Removal of Copper (II) Ions in Aqueous Solutions by Sorption onto Alkali Activated Fly Ash, *MATEC Web of Conferences*, **2018**, 147, 04007.
16. Vučenović Petra, Ravnoteža sorpcije bakrovih jona na modificiranom geopolimeru, diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Hemijsko-tehnološki fakultet, **2016**
17. Hamedreza Javadian, Forough Ghorbani, Habib-allah Tayebi, SeyedMostafa Hosseini Asl, Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies, *Arabian Journal of Chemistry*, **2015**, 8, 837–849.
18. Kamel Al-Zboon, Bashar Al-Smadi, Mohammad Al-Harashsheh, Sajedh Al- Khawaldh, Adsorption Modeling of Cr^{+3} on Volcanic Tuff-Based Geopolymer, *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences JJEES*, **2019**, 10(1), 35-45

PRIJEDLOG ZA MENTORA:

U skladu sa članom 23 Pravila studiranja na poslijediplomskim studijama, predlažem prof. dr Ivanu Bošković za mentora pri izradi magistarskog rada pod nazivom **Ispitivanje mehanizma i kinetike sorpcije teških metala na geopolimernim materijalima**

Potpis studenta: Sladjana Goranović
(Sladjana Goranović,
2/2019)

SAGLASNOST MENTORA ZA PRIHVATANJE MENTORSTVA:

Potpis mentora:
(prof. dr Ivana Bošković)

SAGLASNOST PREDMETNOG NASTAVNIKA NA OBRAZLOŽENJE TEME:

Potpis predmetnog nastavnika:
(prof. dr Ivana Bošković)